

盘鲌属鱼类口吸盘的形态分化及其意义*

周 伟 崔桂华 刘德胜

(中国科学院昆明动物研究所 650223)

Q959.468

A

摘要 本文从研究盘鲌属鱼类口吸盘的形态结构入手,探讨它们口吸盘结构分化的进化意义和生物学意义。具大、小吸盘的两个类群是盘鲌鱼类在演化进程中分化成的两个自然类群,它们为适应不同的栖息环境,吸盘的微观结构和须的长短等进一步分化,分化途径在两个类群各不相同。

关键词: 鲤科, 盘鲌属, 口吸盘, 分化, 扫描电镜

鱼纲

盘鲌属 (*Discogobio*) 鱼类已记录 9 种, 以往的研究多注意常规分类性状的对比, 如侧线鳞和脊椎骨数的多少, 体长与体高的比值以及鳃的前后室比值的变化等, 总的目的是为了鉴定物种, 解决分类问题 (林书颜, 1931; 伍献文, 1977; 黄顺友, 1989), 只在近期的分类整理工作中涉及到一定的物种分化和适应问题 (褚新洛等, 1993; Cui *et al.*, 1993), 但并未作深入的专题研究。盘鲌属鱼类多数种类生活于江河, 只有少数种类或居群 (population) 生活于湖泊, 进化总趋势是向着急流中底栖的方向演化, 与此相适应, 身体的形态和部分器官发生了一系列变化, 其中以口部变化最突出, 形成特殊的口吸盘, 盘鲌凭此吸附在水底岩石表面。本文试图从研究盘鲌鱼类口吸盘的形态结构入手, 探讨其口吸盘的分化表达及其进化意义和生物学意义, 从而把研究工作引向深入。

材 料 和 方 法

本工作采用宏观和微观相结合的方法, 研究盘鲌鱼类的口吸盘分化。口吸盘宏观结构使用 Olympus SZ-3 型双筒解剖镜观察和 Minlta X-300 型照相机照相; 微观结构使用日立 H-300 型透射电镜的扫描附件观察并照相。电镜样品的制备过程基本按常规方法进行, 只是样品清洗改用 5% 盐酸先浸泡约 5 min 后, 滴管抽吸清洗约 5 min, 换蒸馏水 2 次, 接下去进入常规程序 (周伟等, 1990)。为了保证观察的准确性和可靠性, 每一种类电镜观察 2-4 号标本, 宏观比较一般不少于 15 号标本。

* 1990 年中国科学院生物分类区系专项经费资助项目的部分工作。

本文 1992 年 10 月 20 日收到, 同年 12 月 25 日修回。

口吸盘的比较

狭义地说, 盘鲈的口吸盘指的是口部具后游离缘的盘状结构。而盘鲈的吻皮下包, 一定程度上也参与完成吸附过程; 另外, 口角须不仅着生部位与吸盘有关, 而且其分化也与吸盘的分化、适应密切相关。因此, 本项工作所指的口吸盘含义稍广一点, 包括吻皮和口角须。

1. 口吸盘的宏观形态比较

(1) 口吸盘的大小分化 随吸盘游离缘后伸程度的不同, 可分为两类, 一类游离缘长, 后伸达或过眼前缘下方, 为大吸盘, 包括 7 种盘鲈, 即: 云南盘鲈 *D. yunnanensis* (Regan)、短鳃盘鲈 *D. brachyphysallidos* Huang、长体盘鲈 *D. elongatus* Huang、四须盘鲈 *D. tetrabarbatus* Lin (图版 I: 1)、双珠盘鲈 *D. bismargaritus* Chu, Cui et Zhou (图版 I: 2)、宽头盘鲈 *D. laticeps* Chu, Cui et Zhou 和多线盘鲈 *D. multilineatus* Cui, Zhou et Lan; 另一类游离缘短, 后伸不达眼前缘下方, 为小吸盘, 包括: 长鳃盘鲈 *D. macrophysallidos* Huang (图版 I: 3) 和长须盘鲈 *D. longibarbatus* Wu (图版 I: 4)。

(2) 马蹄隆起和中央肉质垫的分化 它们的分化与吸盘的大小分化相关。小吸盘类的中央肉质垫小, 最宽处一般显著小于眼径, 它们的马蹄隆起宽厚而肉质, 略呈半圆形 (图版 I: 3, 4)。大吸盘类的马蹄隆起形状变化较大, 但基本可归为两类: 开口向后的 C 形 (双珠盘鲈、宽头盘鲈) (图版 I: 2) 和开口向后的阔 U 形 (包括其余几种盘鲈) (图版 I: 1), 前一类的中央肉质垫相对较小, 最宽处一般等于或略大于眼径, 马蹄隆起多宽厚、肉质; 后一类的中央肉质垫则较大, 最宽处显著大于眼径, 马蹄隆起的厚度相对较窄。

2. 口吸盘的微观形态比较

(1) 吻皮表面的亚显微结构 吻皮边缘的流苏状结构乃是由许多乳突排列构成, 一类乳突顶部具触手状突起, 另一类乳突无触手, 表面分布着味蕾和具不规则环状微脊的 Malpighian 细胞。两种乳突相间排列, 种间未发现差异 (图版 I: 5)。

(2) 上下颌表面的亚显微结构 各种盘鲈上下颌的角质鞘均为微隆起、多角状的角细胞镶嵌而成, 角细胞间具微隙 (图版 I: 6, 7)。在角细胞带的内外两侧为排列致密的表皮细胞。下颌基部两口角之间的沟中均分布着 1 行圆丘状突起 (图版 I: 6, 8), 此外, 在口角处一般还有 3 行较短的圆丘状突起。圆丘状突起表面也分布着味蕾和具不规则环状微脊的 Malpighian 细胞。

(3) 吸盘表面的亚显微结构 各种盘鲈吸盘表面均具微小颗粒, 扫描电镜显示这些颗粒呈乳突状, 其上着生触手状突起。不同种类的乳突分布范围、乳突密集程度及触手的多寡等均不相等。云南盘鲈、短鳃盘鲈、四须盘鲈和多线盘鲈中央肉质垫的无乳突区范围较大, 而乳突分布区呈三角形, 顶角向前, 后部与吸盘侧及后部的乳突连成一片 (图版 II: 11); 肉质垫中部乳突上的触手数目较其余部分乳突的触手数目少。其中云南盘鲈不同产地的标本, 吸盘表面乳突上的触手数目变异也较大, 一般规律为, 生活于急

流的个体触手数目多(图版 II: 12), 生活于缓流水或龙潭的个体触手数目少(图版 II: 13)。双珠盘鲦、宽头盘鲦、长体盘鲦和长鳊盘鲦(生活于江河的个体)中央肉质垫上几乎布满大小相等的乳突, 整个吸盘表面的乳突排列均十分密集, 且触手也多(图版 II: 14—17)。长须盘鲦、长鳊盘鲦(生活于湖泊的个体)的整个吸盘表面的乳突稀疏, 其上的触手也少(图版 II: 18—21)。

3. 口角须的形态比较

在多数种类, 口角须均比较短, 后伸不达或略过吸盘后缘; 唯有长须盘鲦的口角须后伸达或过眼中点垂直下方。电镜高倍率观察可见须表面亦为具不规则环状微脊的 Malpighian 细胞和味蕾(图版 I: 9, 10)。而须延长, 意味着表面积相对增加, 味蕾数目亦随着增加。

口吸盘的分化与适应意义

口吸盘的形态分化是盘鲦鱼类在长期的演化进程中留下的烙印, 也是它们适应各种环境的结果。反过来, 吸盘的形态分化为探索种间的系统发育关系留下了线索, 也为研究它们与环境的适应关系提供了依据。对云南盘鲦的专题研究表明, 它的口吸盘是抵御急流冲击的吸附器官, 吸盘还参予吸附前进运动, 使鱼能逆流而上; 而在吸附前进运动中, 常伴随用颌铲刮着生藻类的取食活动。口吸盘的吸附功能主要来自中央肉质垫的上下往复运动, 造成抽提, 产生真空吸附; 其次是乳突及其表面触手的抓附作用。而在吸附前进运动中, 可能乳突及其表面的触手的蠕动起辅助推进作用(周伟等, 1993)。对口吸盘分化与适应意义的分析就基于上述认识前提。

盘鲦鱼类口吸盘的大小分化, 其实质是吸盘面积的差异。相对于大吸盘种类而言, 小吸盘种类因吸附面小, 它们的吸附能力就弱一些。因为真空吸附的抽提作用来自于中央肉质垫的往复运动, 肉质垫面积的大小直接影响抽提效率的高低, 最终也表现为吸附能力的强弱。口吸盘的大小与中央肉质垫的大小呈一致变化, 即大吸盘种类具大的肉质垫, 而小吸盘种类具小的肉质垫。在一定程度上, 口吸盘大小与肉质垫大小的一致变化反映了局部结构与整体结构的相互联系, 局部功能与整体功能的相互关系。高效率的抽提功能与大吸附面的配合, 吸盘整体的吸附能力就强; 反之, 吸盘整体的吸附能力就弱一些。

根据对云南盘鲦口吸盘发育的观察, 发现中央肉质垫的乳突是从无到有, 然后呈局部分布, 推测大吸盘鱼类肉质垫的乳突分布的演化趋势是从局部分布向整个肉质垫均有分布演化。因为乳突及其表面的触手具有增强吸附作用的效果, 且它们的蠕动还与鱼体吸附前进运动有关, 所以肉质垫乳突分布范围的扩大及乳突表面触手数目的增多均是吸附能力增强的表现。在大吸盘类中, 云南盘鲦不同居群吸盘表面的乳突分布、密集程度及触手数目等稍有变异, 这种变异与各居群的栖息环境更为密切。但无论种内或种间怎样变异, 只有长体盘鲦的中央肉质垫大(显著大于眼径), 几乎整个表面均分布乳突, 且整个吸盘的乳突均排列密集, 触手数目亦多, 大吸盘的几个种皆无法与之相比。也就是说在大吸盘类的 7 个种中, 长体盘鲦的吸附能力最强, 最适应急流生活。另外, 长体

盘鲇身体最细长(体长为体高的5.9—7.3倍,其余种类均低于5.8倍),也是它最适应急流生活的佐证之一。

小吸盘种类中,长鳢盘鲇(生活于急流个体)吸盘表面均密布乳突,且触手数目亦多,这是对吸盘小,吸附能力不足的补偿,结果既增强了吸附能力,又保证了它们在吸附前进中的摄食活动,以适应江河急流的底栖生活。长须盘鲇和长鳢盘鲇(生活于湖泊的个体)的吸盘小、表面乳突稀疏,吸附能力不足的问题并未得到补偿;由于它们的生活环境不象江河那样严酷,水环境比较平稳,抵御急流冲击已不是保证生存的重要问题,吸附功能减弱并不会过多影响它们的正常生活。

各种盘鲇颌缘均具角质,下颌基部圆丘状突起上均具味蕾,这样的形态结构表明铲刮石块表面的着生藻类为食是它们的共性,且在一定种类铲刮取食占食物成分的很大比例。从长鳢盘鲇(生活于湖泊的个体)和长须盘鲇表面乳突稀疏、吸附能力减弱等推测,铲刮取食的比例可能有所降低,摄取有机物碎屑或颗粒等食物比例有所增加,其中以长须盘鲇更为突出,它的须增长,须表面的味蕾数目增多,更有利于四处游动觅食。

小 结

口吸盘形态结构的分化,既可能反映各物种之间的亲缘关系,也可能仅仅是对相似环境的一种趋同适应。研究实践中,关键是如何正确判断形态结构差异的本质属性,还事物的本来面目。不可否认吸盘大小的分化一定程度上与各种盘鲇的栖息环境相关,但无必然的联系。盘鲇两个类群皆有生活于江河的种类,亦有生活于湖泊或龙潭的种类,甚至两个类群均存在同一种内既有河流居群和湖泊或龙潭居群的情况,如长鳢盘鲇和云南盘鲇。因此,作者认为吸盘大小分化的根本意义还在于记录了属内分化的历史和种间分化的亲缘关系。具大小吸盘的两个类群是盘鲇鱼类在演化进程中分化成的两个自然类群。长体盘鲇和长鳢盘鲇(江河型)吸盘表面亚显微结构一致,并不说明它们具有密切的亲缘关系,仅仅表明这是趋同适应的结果。因为在不同的进化线上的2个种,为适应相似的生境,产生了相同的亚显微结构,实属平行发展、趋同适应的结果。两个类群在继续演化的进程中,它们为适应不同的环境,吸盘的形态结构进一步分化,分化途径在两个类群各不相同。大吸盘类主要向着进一步增强吸附能力的方向演化,表现为吸盘表面乳突分布范围的扩大和乳突表面触手数目的增加,其中以长体盘鲇发展得最为完善、最适应急流生活。而小吸盘类则向两个方向演化:一是向乳突分布范围广和乳突表面触手数目增加的方向演化,凭此增强吸附能力等,以弥补吸盘小,吸附能力不足的缺憾,从而适应急流环境的底栖生活,以长鳢盘鲇的江河居群为代表;另一是并不从微观形态结构方面补偿吸附能力不足,而是以眼增大,须增长的方式,向增强游动觅食能力方向演化,以长须盘鲇为代表。总之,盘鲇鱼类吸盘分化历程的研究揭示了类群分化的关系,也是认识结构、功能、适应和谐统一的一个很好的范例。

图 版 说 明

图版 I (1—4 为光镜照片,其余均为扫描电镜照片)

1. 四须盘鲟口吸盘; 2. 双珠盘鲟口吸盘; 3. 长鳞盘鲟口吸盘; 4. 长须盘鲟口吸盘; 5. 云南盘鲟吻皮, 示流苏结构; 6. 长鳞盘鲟下颌及其基部沟中的丘状突; 7. 长体盘鲟下颌角细胞放大; 8. 云南盘鲟下颌基部沟中丘状突放大; 9—10. 长体盘鲟须表面及放大, 示呈簇状的味蕾和具不规则环状微脊的 Malpighian 细胞。

图版 II

11. 云南盘鲟口吸盘中央肉质垫及马蹄隆起, 示乳突呈三角形分布; 12—13. 云南盘鲟口吸盘后缘部分的乳突, 分别示乳突上触手数目多 (12) 和触手数目少 (13) 的情况; 14. 长体盘鲟口吸盘中央肉质及马蹄隆起, 示中央肉质垫几乎布满乳突; 15. 长体盘鲟口吸盘后缘部分的乳突, 示乳突上触手数目多; 16—17. 长鳞盘鲟 (江河型) 口吸盘中央肉质垫及马蹄隆起 (右上角) (16) 和口吸盘后缘部分的乳突 (17), 分别示乳突分布密集 (16) 和乳突上触手数目多 (17); 18—19. 长鳞盘鲟 (湖泊型) 中央肉质垫、马蹄隆起和下颌基部沟中的丘状突 (右上角) (18), 中央肉质垫 (左上方), 马蹄隆起 (右上角) 和吸盘后缘部分 (19), 分别示乳突分布稀疏及乳突上的触手数目少; 20—21. 长须盘鲟口吸盘后缘 (20)、中央肉质垫和马蹄隆起 (21), 示乳突稀疏及乳突上的触手数目少。

参 考 文 献

- 伍献文等. 1977. 中国鲤科鱼类志 (下卷): 384—388. 上海科学技术出版社.
- 林书颜. 1931. 南中国鲤鱼及似鲤鱼类之研究.
- 周 伟, 刘德胜. 1990. 杞麓湖鲤属鱼类分化在鳃耙超微结构上的表达. 动物学报, 36 (3): 222—226; pl. I.
- 周 伟, 崔桂华, 刘德胜. 1993. 云南盘鲟口吸盘发育, 表面亚显微结构及功能. 动物学报, 39(2): 118—123.
- 黄顺友. 1989. 云南盘鲟属鱼类四新种. 动物学研究, 10 (4): 355—361.
- 褚新洛, 周伟. 1988. 分类性状的类别及其对探索动物系统发育的意义. 四川动物, 7 (2): 15—18.
- 褚新洛, 崔桂华. 1989. 盘鲟属. 见褚新洛, 陈银瑞等, 云南鱼类志 (上册), 281—186. 北京: 科学出版社.
- 褚新洛, 崔桂华, 周伟. 1993. 盘鲟属鱼类的分类研究. 动物分类学报, 18(2): 237—244.
- Cui G H, Zhou W, Lan J H. 1993. *Discogobio multilineatus*, a new cyprinoid species from China (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 4(2): 155—160.

THE MORPHOLOGICAL DIFFERENTIATION AND ITS SIGNIFICATION OF SUCKING DISC OF THE GENUS *Discogobio*

Zhou Wei Cui Guihua Liu Desheng
(Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica 650223)

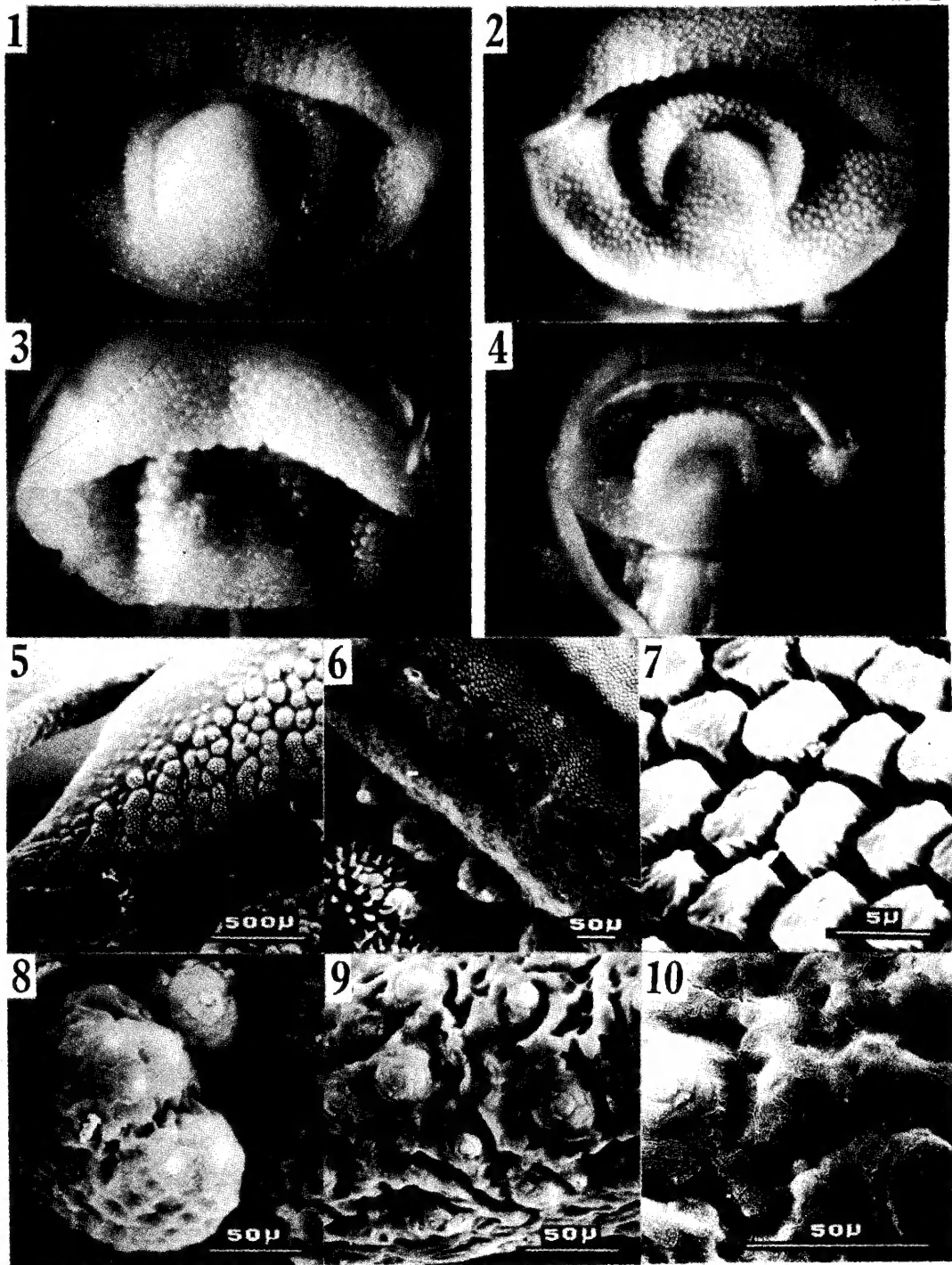
The morphological differentiation of *Discogobio* is expressed in macro-structures and micro-structures. In the macro-structures, the differentiation shows the changes of sucking disc size that can be divided into two types. One type is the large sucking disc, whose posterior edge extend to or beyond anterior margin of eye vertically and

width of central pad is equal to or larger than the diameter of eye; another is the small sucking disc, whose posterior edge does not extend to anterior margin of eye vertically and width of central pad is smaller than the diameter of eye. Although the macro-morphology differentiation of sucking disc of *Discogobio* seems related to environment where every species lives, actually it is only a superficial phenomenon. Because *D. yunnanensis* with large sucking disc and *D. macrophysallidos* with small sucking disc can be found simultaneously in rivers as well as lakes or pools. So the authors consider that types of sucking disc may be a clue of recording the differentiating history of *Discogobio* rather than a clue of recording their adaptation for varied niches. The two groups with different types of sucking disc are two natural groups who were derived from an ancestor. In the micro-structures, the differentiation is expressed in changes of papillae distribution and tentacle numbers at the top of papillae. Based on the results observed by scanning electron microscopy and ecological information of *Discogobio*, it is inferred that the distribution of papillae on disc and the tentacles at top of papillae are more connected with habitats of the fishes. When they evolved continually for adapting various environment, the two groups shown different ways in their micro-morphology. The development of large sucking disc group evolved mainly towards expanding distributive area of papillae on the central pad and increasing tentacle numbers at the top of papillae; in this group *D. elongatus* developed perfectly and more adapted swift current niches. The development of small sucking disc group evolved in two aspects respectively. One was of expanding distributive area of papillae on the central pad and increasing tentacle numbers at the top of papillae, so the adhesive ability of the sucking disc can be strengthened, such as rivers populations of *D. macrophysallidos*; another was not of strengthening the adhesive ability of the sucking disc, so the papillae on the sucking disc was scattered and with less tentacles and the ability of the fishes movement were developed by enlarging the diameter of eye and expanding the length of barbel, and *D. longibarbatus* is a representative. Therefore, the sucking disc morphological differentiation of *Discogobio* is a complex phenomena, which records the evolutionary history of *Discogobio* and adaptation of every species in the genus.

Key words: Cyprinidae, *Discogobio*, Sucking disc, Differentiation, Scanning electron microscopy

周伟等: 盘钩属类口吸盘的形态分化及其意义
 Zhou Wei et al. : The morphological differentiation and its
 signification of sucking disc of the genus *Discogobio*

图版 I



(图版说明见正文)

